

塗布装置による液剤への機能性付与技術

はじめに

スリーボンドは工業用接着剤・シール剤メーカーとして、高機能ケミカル製品をご提供するとともに、それらをお客様の製造現場で塗布する装置も開発、販売しています。塗布装置は、接着剤・シール剤の特性に適応した素材や機構が用いられており、お客様の用途・ニーズに合わせてお選びいただけるよう多様なラインアップを取り揃えています。

当社の塗布装置・塗布技術は、自動車産業の発展とともにFIPG(Formed In Place Gasket)用シール剤を線状に塗布する技術を中心に開発を行ってきました。近年の自動車産業においては、安全性能の向上、自動運転等に対応する総合的な電気制御技術、排気ガス規制やCO₂削減に対応するためのハイブリッド・電気駆動化技術が急速に進んでいます。また自動車以外の産業分野では、スマートフォンの普及やウェアラブルデバイス等の技術開発に伴い、接着剤・シール剤に対する要求範囲が多岐にわたり広がってきています。このような市場の変化に合わせ、当社では従来の線状塗布とは異なるユニークな塗布技術の開発にも取り組み、様々な状況に合わせて最適な提案ができることを目指しています。

ここでは、従来の塗布技術では実現が困難であったパターンに対して機能性を付与した新しい塗布技術をご紹介します。

目	次
はじめに..... 1	1-4.スリーボンドの取り組み..... 3
1.背景..... 2	2.面状塗布による液剤形成技術..... 3
1-1.これまでの塗布技術..... 2	3.微小点塗布による液剤形成技術..... 4
1-2.自動車の技術革新..... 2	4.発泡体塗布による液剤形成技術..... 6
1-3.小型軽量化、防水機能の要求..... 2	おわりに..... 8

1.背景

1-1 これまでの塗布技術

接着剤・シール剤の塗布技術は、液剤を移送する圧送技術と、液剤圧送部の末端をロボットなどで制御する駆動技術の2つで構成されています。

FIPG用シール剤は、自動車のエンジンやトランスミッションなどの接合面に塗布されることで、内部に封入されたオイルや冷却水等が外部に漏れ出すのを防止しています。これらのFIPG用シール剤は、ノズルを動かしながら押し出され、接合面の形状に沿って線状に形成されます(写真-1)。

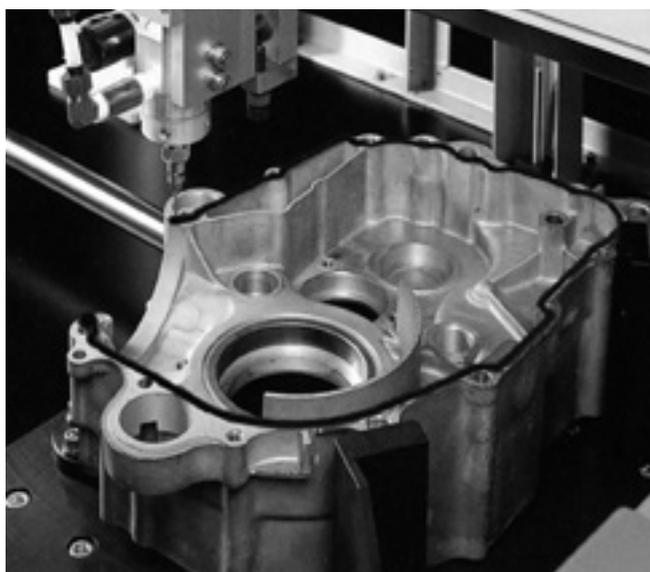


写真-1 FIPGの線塗布

ここで重要なのは、ノズルから一定速度でシール剤を押し出す仕組みと、ノズルを一定速度で指示通りの正確なパターンでトレースさせることです。FIPG用シール剤は、各種要求事項に対応する優れた特性と、それを塗布する技術との組み合わせで市場に受け入れられました。

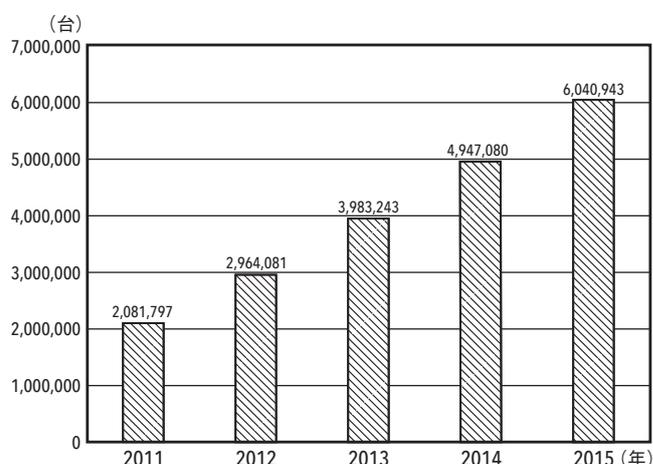
FIPGの草創期から塗布技術を自社開発したことで、粘性の高い液剤を正確な寸法で接合フランジ面に描く技術が評価され、現在ではその技術が世界中の生産現場で使われています。

1-2 自動車の技術革新

地球環境の保全や省エネルギーの流れで、燃費改善を目指すHV・EVが開発され、更なる実用化が進んでいます。また、水素ガスを燃料として大気汚染の原因となる有害物質を排出しない燃料電池車も、需要拡大に大きな期待が持たれています。これら次

世代自動車は、世界規模で各自動車メーカーによって開発・販売され、着実にその登録台数が伸び、増加しつつあります(表-1)。

表-1 HV、EV、FCV保有台数(国内)

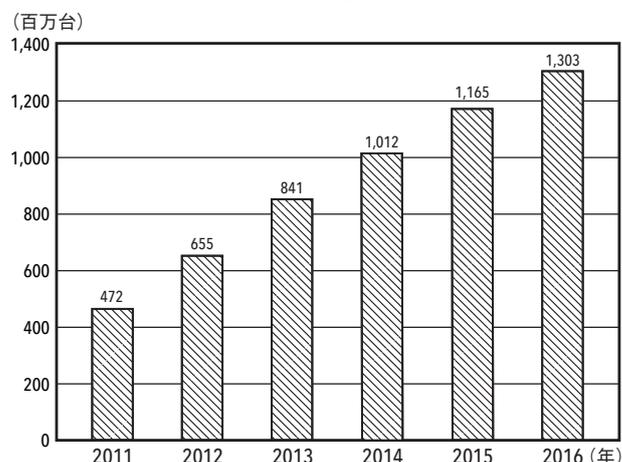


上記のように自動車の技術革新が進むにつれ、接着剤・シール剤への要求内容も変化しています。例えば、潤滑オイルのシール性能を要求される燃焼機関とは対照的に、次世代自動車の動力源では特に電気系統周辺の接着・シール性能を要求されます。これに合わせ、塗布についても、その部品構成や形状が異なることから、従来の単なる線状塗布とは違った塗布工法が求められるようになっていきます。

1-3 小型軽量化、防水機能の要求

スマートフォンが急速に普及(表-2)し、性能も高機能化するに従って、実装部品は小型・軽量化が求められてきました。この要求は、今後発展が見込まれるウェアラブルデバイス、ドローンの技術面に関しても同様であり、更に部位によっては防水性・防

表-2 スマートフォン販売台数推移(世界)



塵性も要求されるようになってきました。これらを実現するために、接着剤・シール剤を小型部品へ正確に小量塗布できること、用途に合った塗布形状を実現できる塗布工法の構築がますます必要となってきました。

1-4 スリーボンドの取り組み

このように市場で大きく転換していくニーズに合わせて、スリーボンドでは従来の塗布とは異なる手法の塗布方法と高機能な接着剤・シール剤との組み合わせにより、様々な新しい塗布技術の開発を進めています。

次章では、液剤への機能性付与技術として、3種類の液剤形成技術をご紹介します。

2.面状塗布による液剤形成技術

RV-SNシリーズ(写真-2)は、接着剤・シール剤を面状に塗布する装置です。スリット状の開口部を持ったノズルから幅広い帯状に液剤を吐出します。吐

出しながらノズルもしくはワークを移動させることで、液剤を面状に短時間で形成することができます。本装置の特徴は、吐出開始時にスリット全幅において均等な液圧を掛けられる点となっており、任意の位置で吐出のON・OFFを行っても、ほぼ完璧な長方形を描く事が可能です(図-1)。

似たような構造を持ったスロットダイでは、均等な薄膜を形成できるものの、連続で吐出し続けることしかできません。フィルムのラミネート工程等に適していますが、接着剤の塗布においては部品単位で吐出を繰り返す工程が一般的なため、任意の位置で吐出のON・OFFを正確に制御できることが重要です。

また面状に塗布する工法としてはスクリーン印刷が挙げられますが、一般的なスクリーン印刷で形成できる最大膜厚は20 μ m程度とされています。RV-SNシリーズは100 μ m~1mm程度の厚膜を形成できるよう設計されています。



写真-2 面状塗布装置 RV-SN

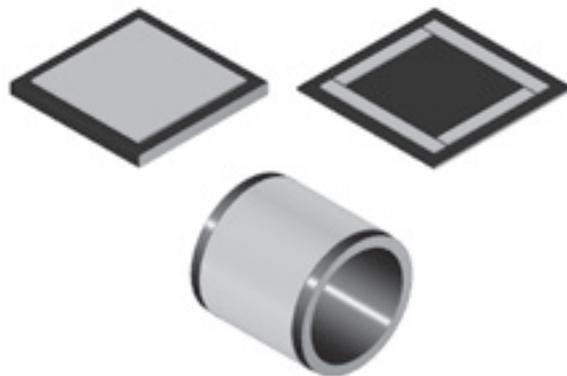


図-1 RV-SNでの塗布例

表-3 RV-SN シリーズの仕様

項目	RV-SNシリーズ		
型式	RV05-SN50	RV10-SN100	RV15-SN150
適応塗布幅	20~50(mm)	51~100(mm)	101~150(mm)
塗布膜厚	0.1~1.0(mm) ※範囲外でも使用できる場合があります		
適応粘度	0.5~700(Pa·s) ※範囲外でも使用できる場合があります		
耐久圧力	0.7(MPa)以下		
適応材料	ThreeBond1200,1500シリーズ等の湿気硬化型シール剤、接着剤 ThreeBond2200シリーズの一液性エポキシ配合樹脂 ThreeBond3000,3100シリーズ等の紫外線硬化性樹脂		
駆動源	クリーンドライエア 0.3~0.6(MPa)		
作動方式	エアシリンダによるバルブ開閉		
その他	ノズルサイズ(塗布幅)は1(mm)単位で製作が可能です		

3.微小点塗布による液剤形成技術

PiT-16（写真-3）は、液剤を直径100 μm 以下の微小径で点塗布が可能な装置です。従来のノズル塗布と違い、粒径の大きなフィラーが含まれる液剤でも、ノズル詰まりを心配することなく微量塗布が可能です。



写真-3 微小点塗布装置 PiT-16

本装置の特徴は、ピン転写方式を採用していることです。これにより、ノズル詰まりを引き起こすことなく微小点塗布を可能としました。ピン駆動については、リニアモーターを採用し、転写動作の高速化、かつ高耐久性を追求しました。

また、微量塗布の精度に影響を及ぼす要因として、転写面の高さ方向における寸法精度のばらつきがあげられます。対策としては、転写前工程にて転写面高さを計測し、次の転写工程でそのデータをフィードバックさせ適正な高さ寸法の演算修正を行います。これにより、高精度の微小点塗布を再現することが可能となりました。

塗布の原理は、液剤タンクのピン吐出孔からピンを下降させ、タンクから突出する時に液剤がピンに適量付着し、被着面へ転写させるものです。（図-2）。

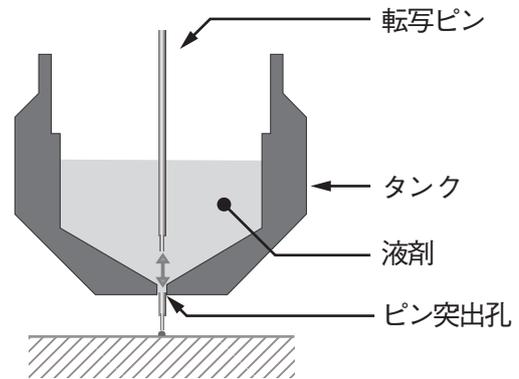


図-2 ピン転写の原理

対応可能な液剤は、加熱硬化型の導電性接着剤・一液性エポキシ配合樹脂や、紫外線硬化性樹脂があげられます（写真-4）。

実際の使用可否については、液剤性状との適性を確認することが必要になりますので、事前に本装置にて塗布トライアルすることをお勧めします。なお、装置の構成素材の関係上、湿気硬化型樹脂、瞬間接着剤、嫌気性封着剤などには使用できません。

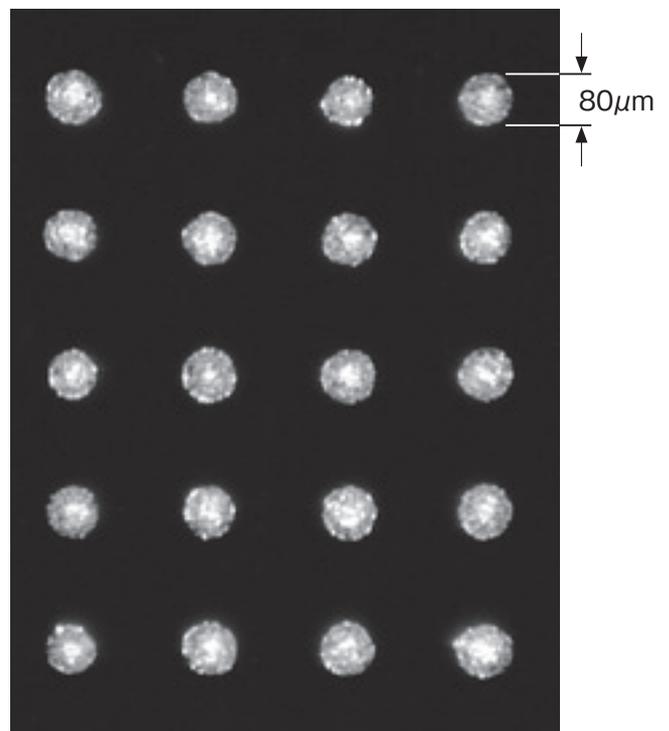


写真-4 導電性接着剤の塗布例

表-4は導電性接着剤の点塗布を900回繰り返した時の塗布直径の分布図です。表-5は上記900点の内の200点の点塗布高さ及び扁平率（塗布外径と塗布高さの比）を表しています。

表-4 塗布外径の分布

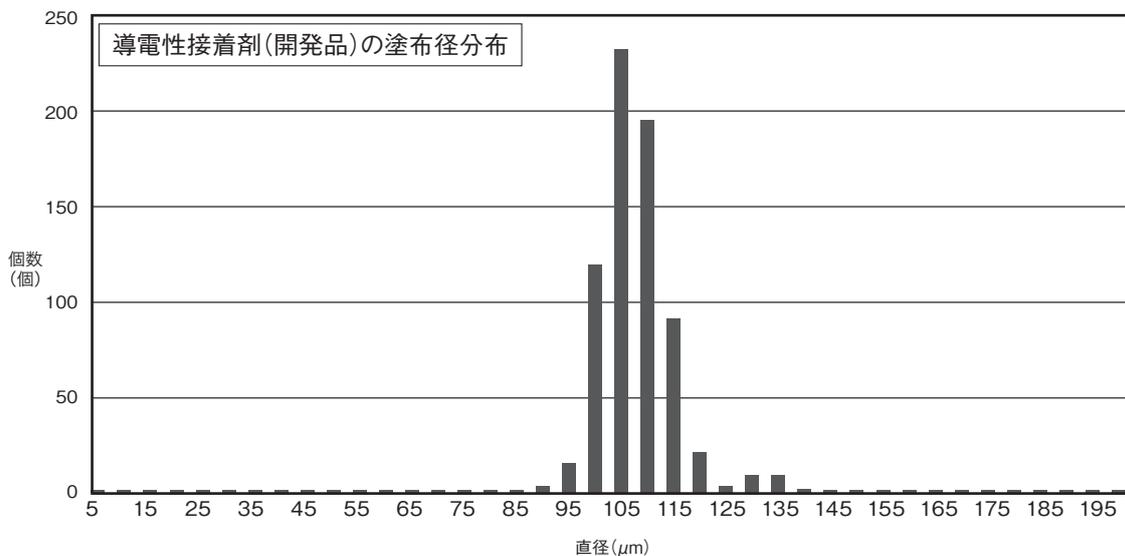


表-5 塗布高さと扁平率

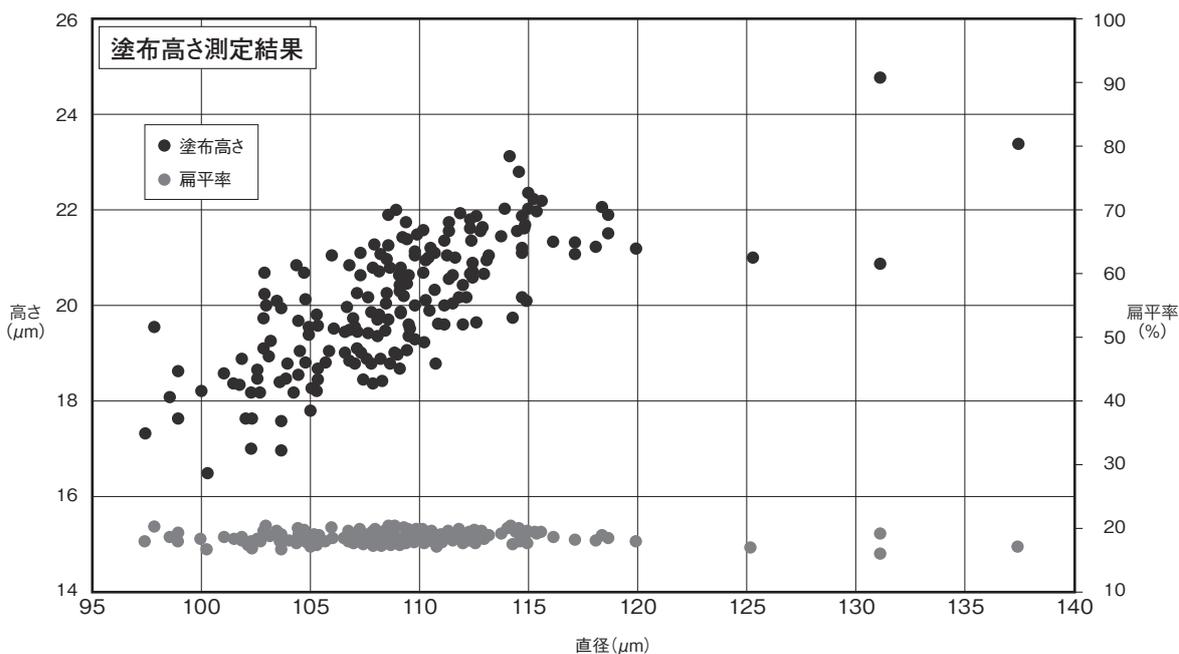


表-6 PiT-16の仕様

項目	微小点塗布装置
外形寸法(W×D×H)	84.5×68×242(mm)
質量	1.6(kg)
駆動源	ヘッド：クリーンドライエア 0.1～0.2 (MPa) モーターアンプ：AC100V
適応液剤	導電性接着剤、一液性エポキシ配合樹脂、紫外線硬化樹脂
塗布径	100(μm)以下 ※液剤の性状による
使用環境	温度：0～55℃(結露無きこと) 湿度：20～85%RH(結露無きこと)

4.発泡体塗布による液剤形成技術

MFD-10は、一液性の液剤に気体を混合させて発泡状態にする小型のメカニカルフォーミングシステムです。従来のケミカル発泡（二液性反応発泡）のように、二液混合で化学反応を起こし発泡させる原理とは異なり、一液性の液剤へ物理的に気体を混入させ、液剤を安定させたまま発泡状態にする仕組みになっています（写真-5）。

発泡倍率は、1.3～3.0倍の範囲で容易にコントロールができ、同じ液剤でも発泡倍率ごとに性状の異なる硬化物を作ることが可能です。発泡状態は独立発泡を形成するため、シール性能が必要な用途でその効果を発揮できます（写真-6）。

例えば、一般的なケースシールで剛性が低い筐体の場合、発泡倍率を高くして発泡体硬度を低く調整することで、筐体にストレスを加えることなくシール組み付けが可能となります。

その他に本装置の特徴としては、

- ① 温・湿度の環境に影響を受けず性能を発揮
- ② 小型で省スペース
- ③ 接液部を容易に分離でき、メンテナンス性が良好
- ④ 少量吐出域(0.01～1.50g/sec.)で安定発泡などがあげられます。

使用にあたっては、「防音・吸音」「防振・制振」「防塵・防滴」「断熱」「軽量化」「緩衝」などあらゆる用途に対応が可能です。発泡素材を必要とする分野で、性能と品質の向上、そして作業効率の向上に貢献で

きるものとして多方面へご紹介をさせて頂き、高い評価を得ています。

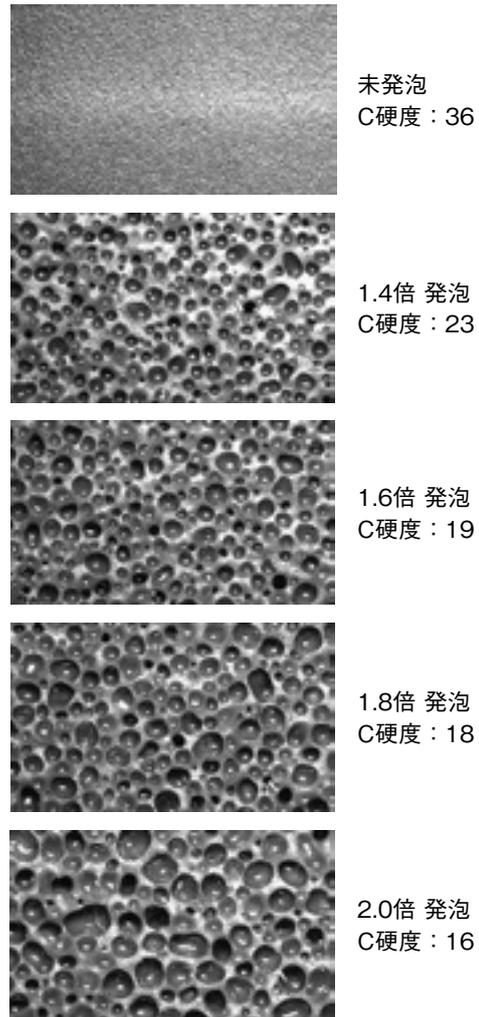


写真-6 ThreeBond1234Bの硬化物断面と硬度



写真-5 メカニカルフォーミングディスペンサー MFD-10

表-7は、MFD-10で熱硬化型シリコン樹脂を300回吐出した時の吐出量の推移を測定した結果です。表-8は同様に発泡倍率の推移を測定した結果です。いずれも±5%の範囲内に収まっています。

表-7 吐出量安定性

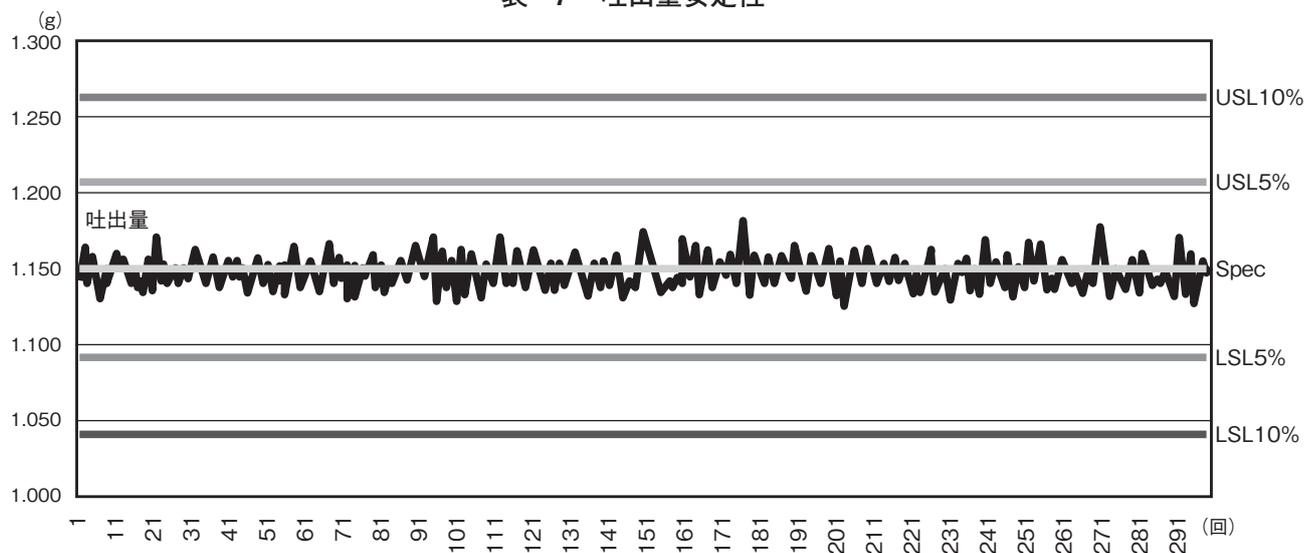


表-8 発泡倍率安定性

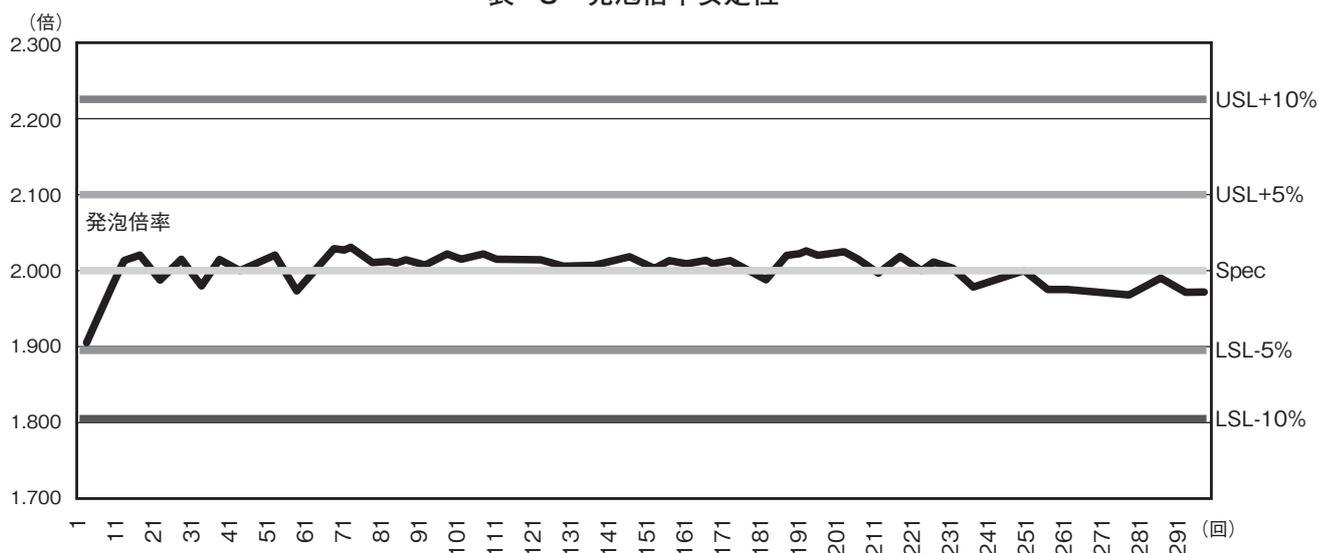


表-9 MFD-10 の仕様

項目	MFD-10		
	Foaming Pump	Mixing Head	Controller
型式			
外形寸法(W×D×H)	200×140×350(mm)	130×145×250(mm)	430×450×230(mm)
質量	10(kg)	4(kg)	8(kg)
駆動源	クリーンドライエア 0.3~0.6(MPa)、電源AC200V 30A		
吐出速度	0.05~2(cc/sec) ^{※1}		
発泡倍率	1.3~3倍 ^{※2}		
適応粘度	50~400(Pa・s) ^{※3}		

※1 使用液剤粘度によって最大吐出量が制限されます。目安として、粘度100Pa・sで吐出速度1cc/sec程度

※2 使用液剤によって発泡倍率が制限されます。

※3 表記粘度以外の液剤も使用できる場合があります。

おわりに

スリーボンドでは、接着剤・シール剤の開発を進めるとともに、その商品の性能を最大限に発揮するための塗布技術の開発にも取り組んでいます。商品の成分や配合を理解し、その特性に適した塗布装置を設計し、お客様にご提案できるところがスリーボンドの強みです。

今後も産業界の技術革新に対し、我が社の接着剤・シール剤および塗布装置がその一助となるべく取り組みを進めて参ります。これからも、スリーボンドの”塗布装置による液剤への機能性付与技術”の展開にご期待下さい。

<参考文献>

- 1) 一般社団法人 次世代自動車振興センター 統計資料
- 2) 総務省ホームページ

<文中に表記された数値について>

吐出した液剤の寸法や特性値は実測値であり、保証値ではございません。

株式会社スリーボンド 研究開発部

省力機器部 省力開発課 木部 肇



企画 株式会社 URC 編集室
編集 東京都渋谷区恵比寿1-18-15
スリーボンドビル2F
電話 03(5447)5333
発行 株式会社スリーボンド
東京都八王子市南大沢4-3-3
電話 042(670)5333 代